

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 702 903

(21) N° d'enregistrement national : 93 03067

(51) Int Cl⁵ : H 04 B 7/204

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 17.03.93.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 23.09.94 Bulletin 94/38.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : AGENCE SPATIALE EUROPEENNE
— FR.

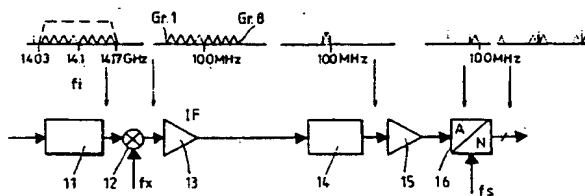
(72) Inventeur(s) : Bella Luigi, Ventura-Traveset Bosch
Javier, Echaniz-Elgarresta Irène et Hoffmann Gerhard.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Cabinet Peuscet et Autres.

(54) Récepteur de signaux radiofréquences.

(57) Récepteur de signaux radiofréquences, dans lequel
sont prévus des moyens pour transposer la bande de fré-
quences entrante dans une bande de fréquences intermé-
diaire (IF), comprenant des convertisseurs analogiques/nu-
mériques (16) qui reçoivent un même spectre à fréquence
intermédiaire (IF), les mélangeurs (12) de toutes les chaî-
nes travaillant à la même fréquence locale (f_x) et les
convertisseurs (16) travaillant à la même fréquence
d'échantillonnage (f_s) élevée relativement proche de la fré-
quence supérieure présente dans le signal. Ce récepteur
est utilisé notamment comme récepteur de signaux de télé-
communications embarqué à bord d'un satellite.



FR 2 702 903 - A1



RECEPTEUR DE SIGNAUX RADIOFREQUENCES

La présente invention concerne un récepteur de signaux de télécommunications destiné, en particulier, à être embarqué à bord d'un satellite.

5 La fonction d'un récepteur de signaux à bord d'un satellite avec antenne multifaisceaux et traitement de signaux à bord (OBP) consiste à délivrer à chaque démodulateur de groupe embarqué, l'image dans la bande de base du groupe de signaux reçus en radiofréquence dans
10 chaque faisceau. Un récepteur radiofréquences RF classique comprend au moins autant de chaînes d'entrée qu'il y a de faisceaux et chaque chaîne d'entrée comprend un amplificateur à faible bruit, un contrôleur automatique de gain, un filtre d'entrée, une première
15 unité de transposition en fréquence intermédiaire avec un amplificateur à fréquence intermédiaire, puis au moins un filtre de groupe pour filtrer les groupes de signaux entrants, une seconde unité de transposition pour transposer le groupe de signaux sélectionné dans
20 une seconde bande de fréquence intermédiaire, un second amplificateur à fréquence intermédiaire et un convertisseur analogique/numérique. Le récepteur comprend éventuellement encore une matrice de commutation pour assurer la commutation entre les différents canaux parallèles.
25

Le circuit d'un tel récepteur de signaux est complexe et lourd car les fonctions requises d'amplification et de transposition de signaux en bande de base sont compliquées pour les raisons suivantes :
30

(i) la transposition des signaux en fréquence doit être effectuée pour chaque groupe de signaux dans chaque faisceau et il est nécessaire de prévoir plusieurs fréquences de référence pour la transposition afin d'assurer une grande souplesse d'affectation en fonction des besoins du trafic et éviter les interférences avec des systèmes adjacents;

(ii) il est nécessaire de prévoir un schéma de transposition de fréquence complexe, en particulier pour satisfaire aux exigences concernant le bruit de phase lorsque plusieurs fréquences de référence sont utilisées comme indiqué plus haut;

(iii) il est nécessaire de doter les étages d'amplification, de contrôleurs automatiques de gain (AGC) sophistiqués par suite de la complexité et du grand nombre de dispositifs imposés par les exigences (i) et (ii) ci-avant.

La présente invention a pour but de simplifier le circuit de réception de signaux de manière à rendre le récepteur moins encombrant et moins lourds, et particulièrement intéressant pour être embarqué à bord d'un satellite de communications avec traitement des signaux à bord.

Pour atteindre ce but, l'invention propose un récepteur de signaux radiofréquences agencé de manière que, après transposition du signal entrant dans une bande de fréquences intermédiaire prédéterminée, chaque groupe de signaux à fréquence intermédiaire se trouve échantillonné à une même fréquence d'échantillonnage afin de produire, pour chaque groupe de signaux, un signal qui occupe la bande de base.

Grâce à l'invention, la bande de base est obtenue directement à partir du spectre à fréquence intermédiaire sans nécessiter un second processus de transposition de fréquences à l'aide de fréquences de référence variables, ce qui peut être obtenu au moyen d'un convertisseur analogique/numérique rapide pour chaque chaîne de réception.

De plus, un harmonique de la fréquence de référence peut alors être utilisé comme fréquence locale pour la transposition en fréquence intermédiaire si la fréquence centrale du spectre radiofréquences répond à une relation simple.

Dans ce cas, la génération de fréquence dans le récepteur tout entier peut être effectuée à l'aide d'un générateur à fréquence fixe unique associé à un diviseur de fréquence. Un tel circuit de génération de fréquence permet d'obtenir un bruit de phase réduit. D'autre part, ce schéma de génération de fréquence peut être réalisé entièrement en technique numérique à partir d'une horloge numérique qui est normalement disponible dans les charges utiles de satellites avec traitement de signaux à bord.

La simplification des circuits du récepteur qui résulte de l'invention rend possible la réalisation de récepteurs intégrés compacts, ce qui à son tour conduit à une réduction de la masse et du volume des équipements embarqués. Comme dit plus haut, ce résultat est particulièrement appréciable dans le cas de récepteurs pour un très grand nombre de faisceaux, ce qui sera utile à bord de futurs satellites de communications destinés à assurer une couverture étendue.

L'invention est exposée plus en détails dans ce qui suit à l'aide des dessins joints, dans lesquels :

la figure 1 est un schéma par blocs d'un récepteur de signaux selon l'invention;

5 la figure 2 est un diagramme illustrant l'échantillonnage de signaux dans le domaine des fréquences réalisé dans un récepteur de signaux selon l'invention.

10 Dans le récepteur selon l'invention, le signal entrant à large bande de chaque faisceau se trouve transposé à une fréquence intermédiaire IF comme dans un récepteur classique. Sur la figure 1, on retrouve le filtre passe-bande 11, le mélangeur 12 et un amplificateur à fréquence intermédiaire 13. Un filtre de groupe 14 assure la discrimination entre les différents groupes de signaux. Le filtre de groupe est suivi d'un amplificateur 15.

20 A partir de ce point, le schéma de chaque chaîne de réception, selon l'invention, diffère du schéma classique. Alors qu'une chaîne de réception classique comprend des moyens pour transposer chaque groupe de signaux à une seconde fréquence intermédiaire avant d'attaquer un convertisseur analogique/numérique, l'invention prévoit d'échantillonner directement chaque groupe de signaux à fréquence intermédiaire reçu du filtre de groupe par un processus de sous-échantillonnage à l'aide d'un convertisseur analogique/numérique rapide.

30 La technique de sous-échantillonnage est une technique connue en soi, qui consiste à échantillonner un signal à largeur de bande limitée à une cadence d'échantillonnage élevée relativement proche de la fréquence supérieure présente dans le signal. Ce procédé de numérisa-

35

tion permet de reconstruire efficacement des signaux haute fréquence ayant une largeur de bande limitée pourvu que la fréquence d'échantillonnage satisfasse au critère de stabilité de Nyquist, bien connu de l'homme du métier.

Conformément à l'invention, le convertisseur analogique/numérique 16 de chaque chaîne de réception reçoit un même spectre à fréquence intermédiaire IF, c'est-à-dire que les mélangeurs 12 de toutes les chaînes travaillent à la même fréquence locale f_x , et tous les convertisseurs 16 sont prévus pour travailler à une même fréquence d'échantillonnage f_s . Dans ce cas, il a été observé que l'un des spectres de fréquences déplacés se trouve toujours dans la bande de base, c'est-à-dire une bande de fréquences comprise entre 0 et $f_s/2$. Le diagramme de la figure 2 montre les spectres de fréquences dans une bande de fréquences de 14 GHz par exemple. Chaque signal a une largeur de bande égale à f_s avec une fréquence d'échantillonnage f_s de 40 MHz environ et des bandes de fréquences continues pour tous les groupes de signaux, ce qui conduit à une bande de fréquences totale de $4 f_s$. Les spectres de fréquences sont centrés autour de la fréquence $f_i = 14.1$ GHz à l'entrée du récepteur.

Dans les huit chaînes de réception, les signaux sont transposés dans la bande à fréquence intermédiaire à l'aide de la même fréquence locale $f_x = f_i - 2,5 f_s$. Tous les spectres à fréquence intermédiaire sont égaux mais dans chaque chaîne, ils contiennent des groupes de signaux utiles à extraire différents (spectres hachurés 101 sur la figure 2). Les signaux sont échantillonnés dans les convertisseurs 16 de toutes les chaînes à la même fréquence d'échantillonnage f_s . Les spectres 102

représentent les spectres de fréquences obtenus à la sortie des huit convertisseurs.

5 On observe que les spectres de fréquences représentés avec un contour gras dans chaque groupe occupent tous la bande de base. Ces spectres peuvent donc être appliqués directement à un démodulateur numérique.

10 Grâce à l'invention, il est possible d'utiliser des convertisseurs analogiques/numériques rapides pour produire directement les signaux en bande de base destinés aux démodulateurs.

15 De plus, un harmonique de la fréquence de référence $0,5 f_g$ peut être utilisé comme fréquence locale f_x pour la transposition en fréquence intermédiaire si la fréquence centrale f_i du spectre radiofréquences est telle que $f_i = n f_g + 0,5 f_g$ (n étant un entier).

20 Dans ce cas, la génération de fréquence dans le récepteur tout entier peut être effectuée à l'aide d'un générateur à fréquence fixe unique associé à un diviseur pour générer la fréquence $0,5 f_g$. Un tel circuit de génération de fréquence permet d'obtenir un bruit de phase réduit. D'autre part, ce schéma de génération de fréquence peut être réalisé entièrement en technique numérique à partir d'une horloge numérique qui est normalement disponible dans les charges utiles de satellites avec traitement de signaux à bord.

30 La simplification des circuits du récepteur, qui résulte de l'invention rend possible la réalisation de récepteurs intégrés compacts, ce qui à son tour conduit à une réduction de la masse et du volume des équipements embarqués. Comme dit plus haut, ce résultat est

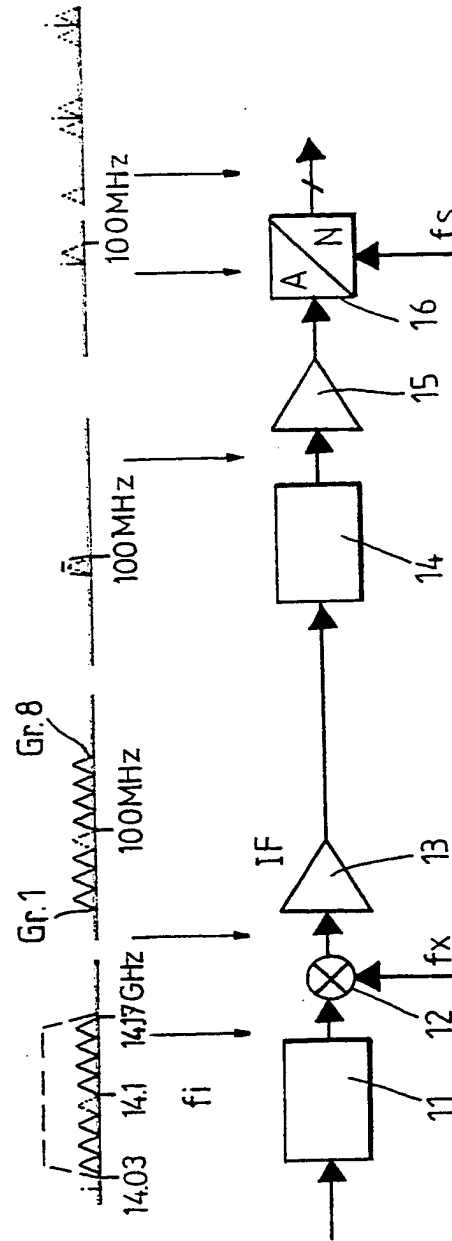
35

particulièrement appréciable dans le cas de récepteurs pour un très grand nombre de faisceaux, ce qui sera utile à bord de futurs satellites de communications destinés à assurer une couverture étendue.

REVENDICATIONS

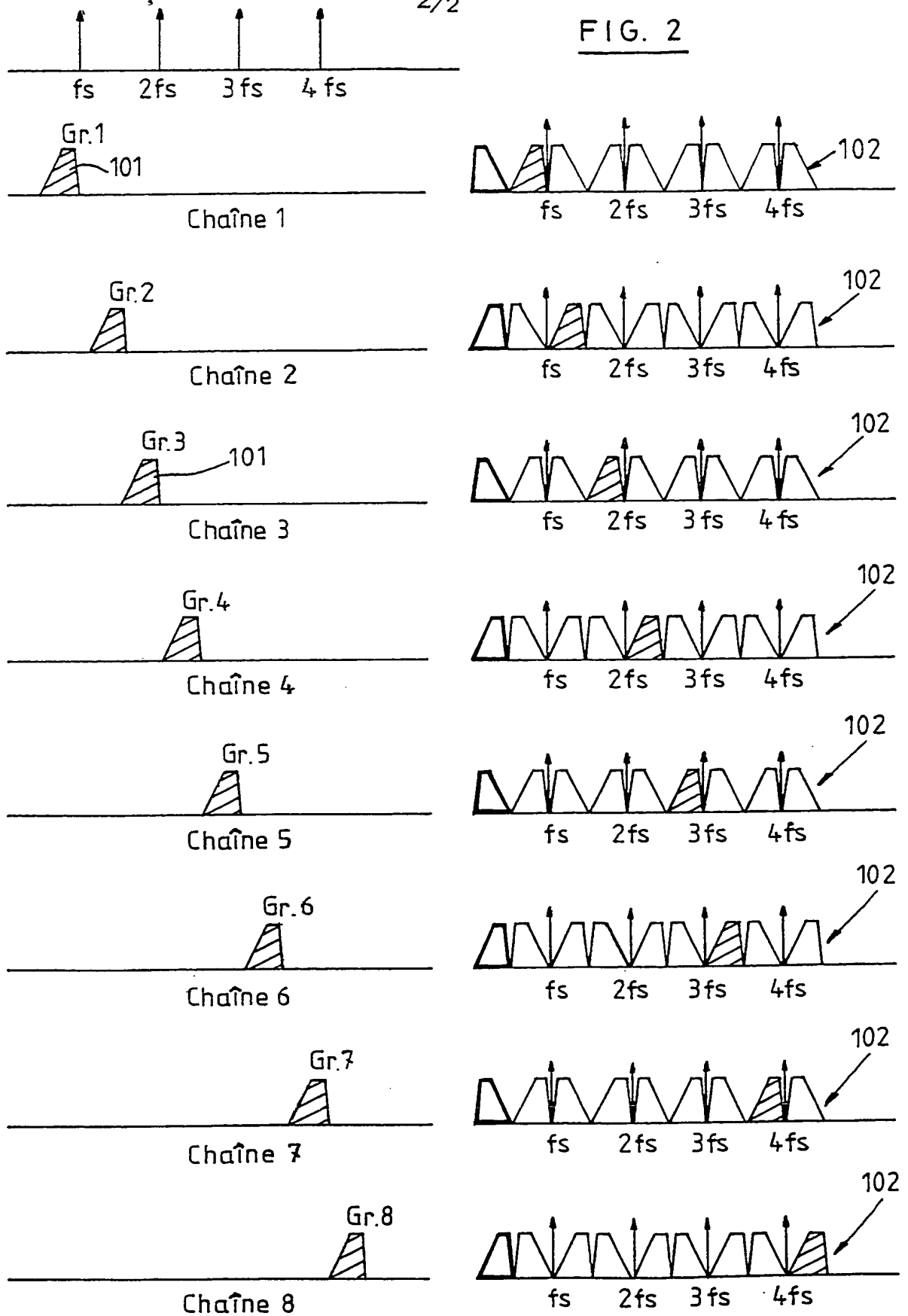
1. Récepteur de signaux radiofréquences dans lequel sont prévus des moyens pour transposer la bande de fréquences entrante dans une bande de fréquences intermédiaire (IF), caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (16) pour échantillonner le signal occupant la bande de fréquences intermédiaire à une fréquence d'échantillonnage (f_g) élevée relativement proche de la fréquence supérieure présente dans le signal de manière à produire directement un signal en bande de base.
2. Récepteur selon la revendication 1, comprenant plusieurs chaînes de réception destinées à recevoir chacune les signaux d'un faisceau radiofréquences distinct, caractérisé en ce que les moyens (16) pour échantillonner le signal occupant la bande de fréquences intermédiaire dans toutes les chaînes de réception sont agencés pour travailler tous avec une même fréquence d'échantillonnage (f_g).
3. Récepteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens de transposition de fréquence en fréquence intermédiaire (IF) prévus dans toutes les chaînes de réception sont agencés pour travailler avec une même fréquence locale (f_x).
4. Récepteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens d'échantillonnage (16) sont constitués par un convertisseur analogique/numérique.

FIG. 1



2/2

FIG. 2



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national
FR 9303067
FA 485163

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	JOHN G. PROAKIS 'Digital Communications' 1989, MCGRAW-HILL BOOK COMPANY, NEW-YORK, US; * pages 53-54, paragraphe 1.2.4 *	1
X	ALTA FREQUENZA vol. 57, no. 10, 1988, MILANO, IT; pages 535 - 544, XP110785 F. ANANASSO ET AL 'On-board processing concepts for multibeam communication satellites: present situation and perspectives' * figure 7 *	1
X	IEEE MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE vol. 1, no. 7.3, Juillet 1990, MONTERAY, US; pages 230 - 234, XP221787 J.M. KAPPES ET AL 'Programmable demultiplexer/demodulator processor' * figure 1 *	1
A	DE-A-3 107 630 (SIEMENS) * page 9, ligne 9 - ligne 12 *	4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		H04B H04L
Date d'achèvement de la recherche 13 OCTOBRE 1993		Examinateur BISCHOF J.L.A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

EPO FORM 1503 03.82 (P0412)